

Außergewöhnlich hohe Luftschadstoffbelastung im Raum Innsbruck

Zusammenfassung

Am 19.1.2012 wurden im Raum Innsbruck außergewöhnlich hohe NO₂-Konzentrationen sowie sehr hohe PM₁₀-Konzentrationen festgestellt. An den zwei Messstellen des Tiroler Luftgütemessnetzes im Stadtgebiet von Innsbruck wurde der gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft gültige Kurzzeitgrenzwert von 200 µg/m³ als Halbstundenmittelwert über mehrere Stunden z.T. deutlich überschritten.

Ausgehend von nächtlichen Minimalwerten zwischen 60 und 85 µg NO₂/m³ wurden am Nachmittag maximale NO₂-Immissionen bis über 260 µgNO₂/m³ gemessen. Diese Dynamik war sowohl überraschend wie außerordentlich, da weder in der visuellen Wahrnehmung des Wettergeschehens noch bei den Emissionen unmittelbare Auffälligkeiten festzustellen waren.



Abbildung 1: Aufnahme vom Dach der Messnetzzentrale am Langen Weg in Innsbruck mit Blickrichtung Süden.

Aus dem Vergleich des Temperatur- und Schadstoffverlaufs am Talboden und einer rund 100 m höher gelegenen Hangstation (Sadrach) ist als wahrscheinlichste Ursache für die Immissionsspitzen die Stabilisierung der Talatmosphäre insbesondere der untersten Dekametern durch Warmluftzufuhr im Zuge eines Tiefdrucksystems anzunehmen. Durch die Unterdrückung der vertikalen Durchmischung verbunden mit geringen Windgeschwindigkeiten kam es gleichsam zum Stillstand der Luftbewegung, während die Emissionen aus Hausbrand und Straßenverkehr weitgehend unverändert angehalten haben.

Die Ergebnisse belegen einmal mehr den massiven Einfluss des Transmissionsteiles (Ausbreitung/Verdünnung von Luftschadstoffen) aus der Beziehung „Emission-Transmission-Immission“.

Einleitung

Die Messung der allgemeinen Luftqualität wird in Tirol gem. IG-Luft durch den Landeshauptmann durchgeführt. Anhand des Tiroler Luftgütemessnetzes werden die Immissionen an derzeit 19 Stationen im Land laufend gemessen und die Einhaltung der gesetzlich festgelegten Parameter überprüft.

Für Tirol ergeben sich durch die topographischen Gegebenheiten resultierenden ungünstigen Ausbreitungsverhältnisse für Luftschadstoffe und der intensiven Nutzung insbesondere im Winter hohe Immissionen.

Am 19. Jänner 2012 wurden NO₂-Immissionen¹ gemessen, welche sowohl in ihrer Höhe wie auch Häufigkeit und räumlicher Ausdehnung als besonders ungewöhnlich einzustufen sind weshalb hierüber berichtet wird.

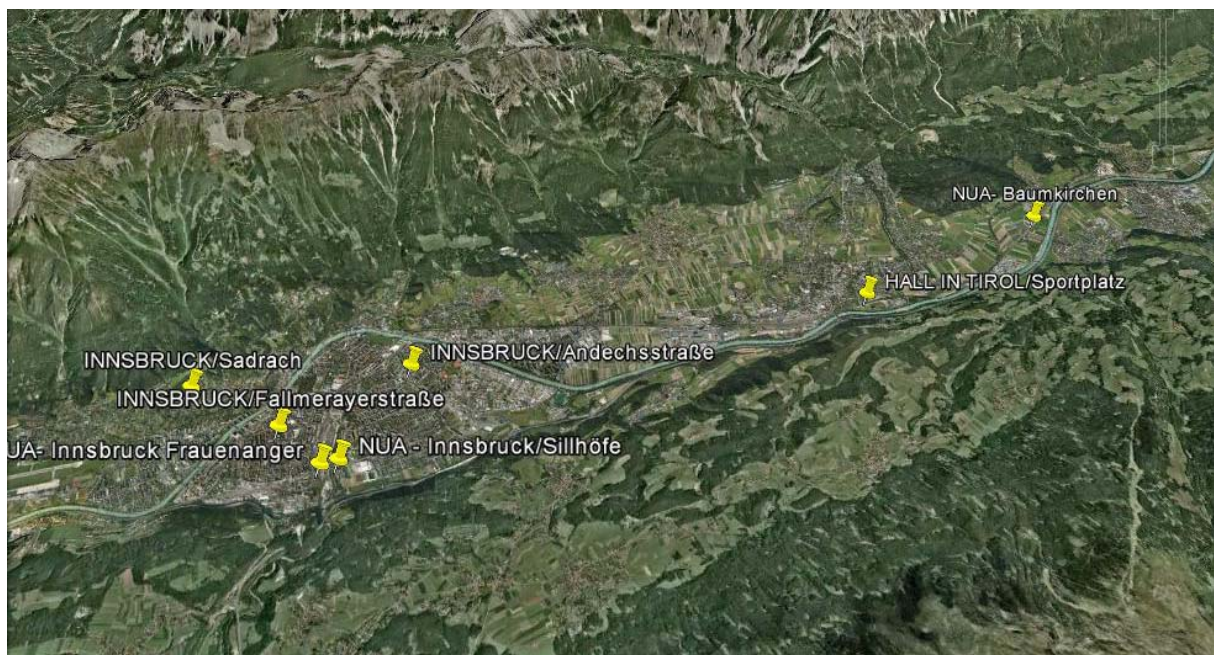


Abbildung 2: Lageplan der betrachteten Luftgütemessstellen im Raum Innsbruck bis Baumkirchen.

Der Verlauf der gemessenen NO₂-Halbstundenmittelwerte des 19. Jänner 2012 ist in der folgenden Grafik dargestellt. Neben den beiden Innsbrucker Messstellen (Andechsstraße und Fallmerayerstraße) und Hall/Sportplatz sind die Ergebnisse eines privaten Dienstleisters (NUA²) eingeflossen.

¹ Die PM₁₀-Immissionen waren ebenso deutlich erhöht; dieser Bericht konzentriert sich wegen der hohen zeitlichen Dynamik und der des Vorliegens eines gesetzlicher Kurzzeitgrenzwertes (zulässiger max. Halbstundenmittelwert 200 µg NO₂/m³) sowie dem Vorliegen von Halbstundenmittelwerten für NO₂ auf diesen Schadstoff.

² NUA = niederösterreich. Umweltschutzanstalt; Messungen als Bescheidaufgabe des Brenner-Basis-Tunnel-Projektes.

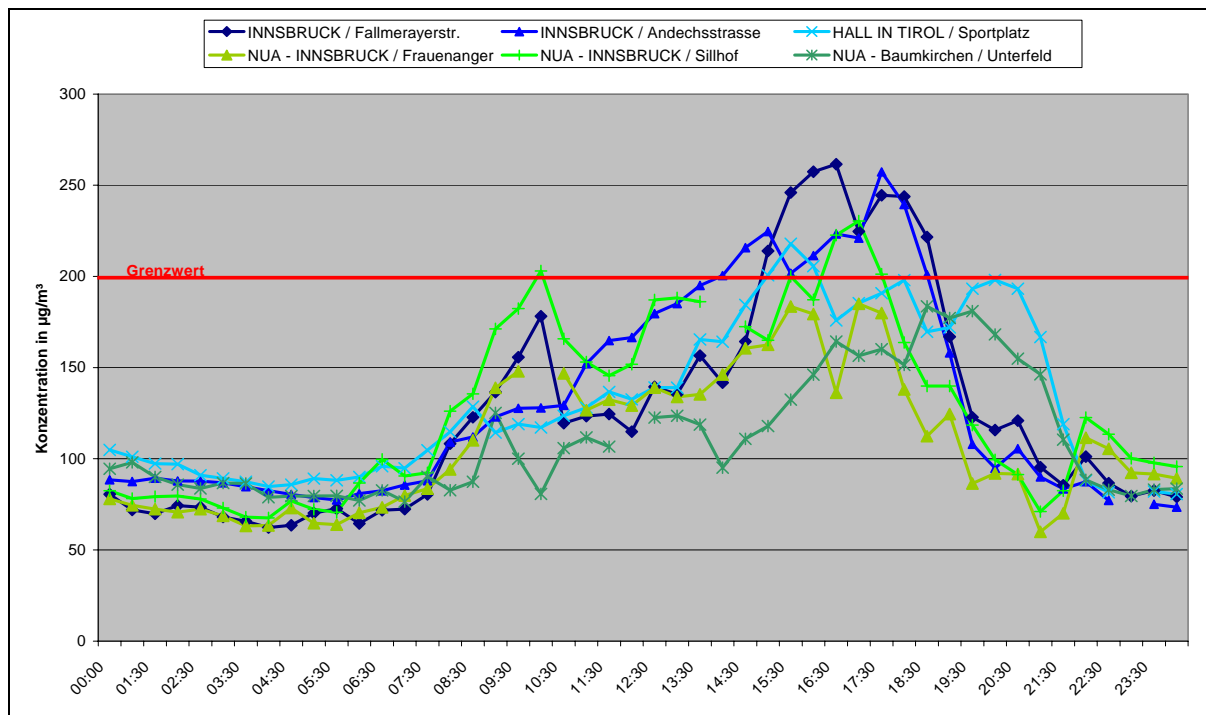


Abbildung 3: Verlauf der NO₂-Konzentrationen am 19.1.2012 an den Messstellen des Landes Tirol INNSBRUCK/Fallmerayerstraße, INNSBRUCK/Andechsstraße sowie HALL IN TIROL/Sportplatz und des privaten Anbieter NUA.- INNSBRUCK/Frauenanger, INNSBRUCK/Sillhof und Baumkirchen/Unterfeld.

Ausgehend von einem nächtlichen Minimalniveau von 60 - 85 µg NO₂/m³ steigen die Konzentrationen stetig an und erreichen bereits am Vormittag vereinzelt hohe Werte; um 14:30 Uhr ist der östlichste Innsbrucker Standort erstmals über 200 µg NO₂/m³ und bleibt bis 18:30 darüber. In der Folge überschreitet der Standort im Zentrum von Innsbruck diese Marke bis 19:30 Uhr, während die Station HALL IN TIROL/Sportplatz nur mit 2 und NUA/Sillhöfe mit 4 Halbstundenmittelwerten über 200 µg NO₂/m³ liegt. An den Standorten Innsbruck/Frauenanger und Baumkirchen/Unterfeld - etwa 5 km östlich von Hall – wurden keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt, wobei die gemessenen Konzentrationen für diese Standorte ebenfalls Spitzenwerte waren.

Die beiden topographisch höher gelegenen Standorte INNSBRUCK/Sadrach (ca. 2 km Luftlinie nordwestlich des Innsbrucker Stadtzentrums) und MUTTERS/Gärberbach (ca. 5 km südlich davon) weisen deutlich niedrigere NO₂-Werte auf: Die räumliche Ausdehnung kann somit auf die untersten Schichten des Talbereiches Innsbruck/Zentrum (nord)östlich bis Hall eingegrenzt werden.

In der folgenden Tabelle sind die NO₂-Immissionen als Halbstundenmittelwerte (=HMW) angeführt:

Station:	INNSBRUCK Andechsstrasse	INNSBRUCK Fallmerayerstr.	HALL IN TIROL Sportplatz	NUA-INNSBRUCK Sillhof
Zeit/Einheit	µg NO ₂ /m ³	µg NO ₂ /m ³	µg NO ₂ /m ³	µg NO ₂ /m ³
19.01.2012 12:00	167	115	133	152
19.01.2012 12:30	180	139	139	187
19.01.2012 13:00	185	135	139	188
19.01.2012 13:30	195	157	165	186
19.01.2012 14:00	200	142	164	0
19.01.2012 14:30	216	164	184	172
19.01.2012 15:00	225	214	201	165
19.01.2012 15:30	202	246	218	200
19.01.2012 16:00	211	257	206	187
19.01.2012 16:30	223	262	176	223
19.01.2012 17:00	221	225	185	230
19.01.2012 17:30	257	245	191	201
19.01.2012 18:00	239	244	198	164
19.01.2012 18:30	201	222	170	140
19.01.2012 19:00	158	167	172	140
19.01.2012 19:30	108	123	193	119
19.01.2012 20:00	95	116	198	100
19.01.2012 20:30	106	121	193	91
19.01.2012 21:00	90	95	167	71

Tabelle 1: NO₂-Konzentrationen der Messstellen INNSBRUCK/Andechsstraße, INNSBRUCK/Fallmerayerstraße, HALL IN TIROL/Sportplatz und NUA-INNSBRUCK/Sillhof am 19.01.2012 von 12 - 21 Uhr.

Die Auswertung nach dem Dreistundenmittelwert (=3MW als gesetzlichen Alarmwert gem. IG-Luft) ergibt folgendes Bild:

Station:	INNSBRUCK Andechsstrasse	INNSBRUCK Fallmerayerstr.	HALL IN TIROL Sportplatz	NUA – INNSBRUCK Sillhof
Zeit/Einheit	µg NO ₂ /m ³	µg NO ₂ /m ³	µg NO ₂ /m ³	µg NO ₂ /m ³
19.01.2012 18:00	226	246	196	201

Der gesetzliche Alarmwert von 400 µg/m³ als 3MW ist damit an den beiden Innsbrucker Standorten Andechsstraße und Fallmerayerstraße zu deutlich über 50% ausgeschöpft.

Diskussion

Am 19. Jänner 2012 wurden im Raum Innsbruck ungewöhnlich hohe NO₂-Immissionen festgestellt, ohne dass hierfür besondere emissionsseitige Umstände (vermehrter Stau auf den Verkehrswegen in der Stadt und auf der A12 Inntalautobahn, Unfall o.ä.) vorhanden waren. Die aktuelle Prüfung der NO₂-Immissionen der anderen 148 österreichischen Luftgütestationen gem. IG-Luft ergab, dass nirgendwo sonst Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes für NO₂ festgestellt wurden. Die österreichweit bei weitem höchsten NO₂-Immissionen der beiden Stationen INNSBRUCK/Andechsstraße und INNSBRUCK/Fallmerayerstraße wurden allerdings - über eine sofortige technische Prüfung - durch aktuelle Messergebnisse eines privaten Dienstleisters (NUA³) erhärtet.

Die eigenen Ergebnisse wie die der NUA lassen die räumliche Ausdehnung der an diesem Tag festgestellten überaus hohen NO₂-Immissionen mit den untersten Schichten des Talbereiches Innsbruck/Zentrum (nord)östlich bis Hall abschätzen.

Die Prüfung allfälliger emissionsseitiger Besonderheiten wie Verkehrsüberlastung, Unfälle etc. war negativ; die Analyse der meteorologischen Ausbreitungsverhältnisse ergab konkrete Hinweise für die gemessenen Immissionsspitzen in Verbindung mit Warmluftzufuhr im Zuge eines Tiefdrucksystems.

Abbildung 4 zeigt die Bodendruckanalyse vom 19.01.2012 um 00 UTC. Tirol wurde in der Nacht von 18.1. auf 19.1. von einer Warmfront gestreift, in Innsbruck wurde kein Niederschlag festgestellt. Untertags lag Tirol im Warmsektor des Tiefdrucksystems vor einer Kaltfront, die am 20. für ergiebige Niederschläge sorgte.

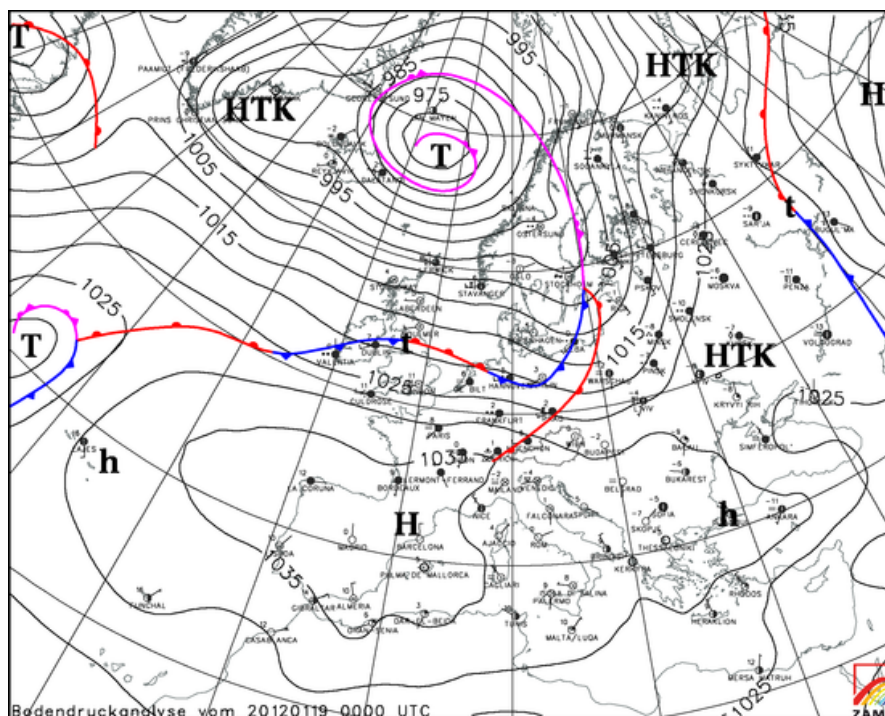


Abbildung 4: ZAMG-Bodendruckanalyse vom 19.01.2012 um 00 UTC (01 MEZ).

³ im Auftrag der Baustellenüberwachung des BBT-Projektes (Brenner Basis Tunnel GmbH)

Durch das Aufgleiten der Warmluft auf die im Inntal vorhandene Kaltluft am 19. Jänner 2011 kam es zu einer weiteren Stabilisierung der Talatmosphäre insbesondere der untersten Dekameter bei gleichzeitig festgestellten geringen Windgeschwindigkeiten – an der Messstelle am Flughafen lagen die Windgeschwindigkeiten untertags weitgehend unter 1 m/s. Auf diese Weise kam die Verdünnung bzw. der Abtransport von bodennahen Emissionen praktisch zum Erliegen.

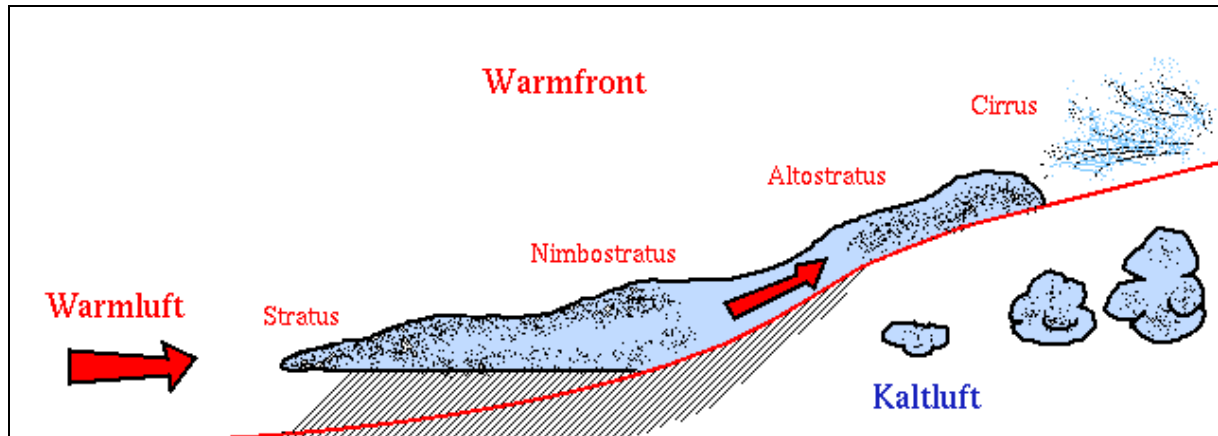


Abbildung 5: Idealierte Darstellung des Ablaufs einer Warmfront.

Die ungünstigen vertikalen Ausbreitungsbedingungen werden aus nachstehender Abbildung deutlich.

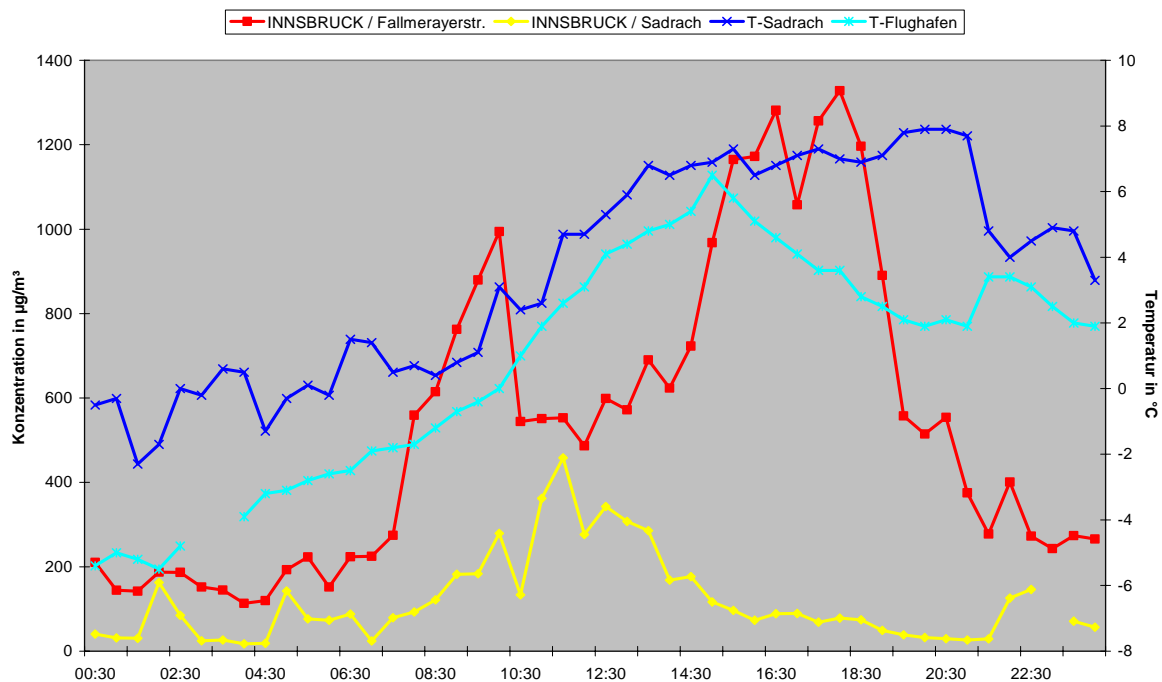


Abbildung 6: Temperaturverlauf der Messstellen Flughafen (hellblau) und Sadrach (dunkelblau) sowie die NO_x-Verlauf (NO + NO₂ angegeben als NO₂) an den Messstellen Fallmerayerstraße (rot) und Sadrach (gelb) für den 19.01.2012.

Die Temperaturverläufe der Messstellen Sadrach und Flughafen (blaue Kurven) zeigen, dass die rund 100 m höher gelegene Messstelle Sadrach über den ganzen Tag wärmer bleibt als die Station am Talboden (Inversion).

Aus den Schadstoffverläufen kann gefolgert werden, dass während der Vormittagsstunden bis Mittag noch ein Transport von Luftschadstoffen vom Talboden zur höher gelegenen Messstelle in Sadrach stattgefunden hat. Der vertikale Austausch führte an der Messstelle Sadrach um die Mittagszeit zum Maximum - gleichzeitig kam es an der Messstelle Fallmerayerstraße zu einer NO₂-Entlastung.

Am späteren Nachmittag erreichten die Werte an der Station Fallmerayerstraße ihr Maximum, während die Werte in Sadrach deutlich abgenommen haben.

Daraus kann gefolgert werden, dass die bodennahe Luftschicht von den darüber liegenden Schichten weitgehend entkoppelt war, und eine vertikale Durchmischung nur mehr bodennah stattgefunden hat, was in weiterer Folge zu den hohen Immissionsspitzen geführt hat.

Die seichte mit Luftschadstoffen beladene Luftschicht am Talboden ist auf nachfolgendem Webcambild von Kogelmoos mit Blickrichtung Innsbruck deutlich zu erkennen.



Abbildung 7: Webcambild Kogelmoos mit Blickrichtung Innsbruck.

Derartige Effekte können, wenn auch meist nicht so extrem wie die hier über den 19. Jänner 2012 beschriebene Episode, immer wieder bei Wetterlagen, die zu einer Warmluftadvektion führen (siehe nachstehende Abbildung), festgestellt werden. Insbesondere bei Südwestlagen (Südföhn) können, wenn der Föhn nicht bis zum Talboden durchgreift, sehr hohe Immissionskonzentrationen auftreten. (Schäfer, et al, 2007: Meteorologische Einflüsse auf die Luftqualität in einem verkehrsbelasteten Alpentale). Bei Föhndurchbruch bis zum Talboden kommt es hingegen zum Ausräumen der Schadstoffe (siehe auch <http://www.tirol.gv.at/themen/umwelt/luft/aktuelles/> - November 2006 - Föhn verbläst Feinstaub und Stickoxide in Innsbruck).

Daraus ist aber auch zu schließen, dass die Einhaltung des gesetzlichen Kurzzeitgrenzwertes zum Schutz des Menschen gem. IG-Luft nur durch Reduktion der NO_x-Emissionen erreicht werden kann da „LUFT“ als Trägermedium für die emittierten Schadstoffe im Gegensatz zu den anthropogen verursachten NO_x-Emissionen des Verkehrs nicht beeinflussbar sind. Diese Ergebnisse belegen jedoch eindrucksvoll, dass die meteorologischen Randbedingungen einen entscheidenden Einfluss auf die aktuellen Immissionen in alpinen Tal- und Beckenlagen haben. Verringerungen der NO_x-Emissionen aus dem motorisierten Straßenverkehr als erkanntem Hauptverursacher erscheinen daher geboten, wenn die gesetzlichen Kurzzeitgrenzwerte eingehalten werden sollen.

Mag. A. Krismer und Dr. A. Weber

Innsbruck, am 6. März 2012

Ergänzende Ozonbetrachtung - August 2012:

Aus den beiden Abbildungen 3 und 6, die das auffällig geringe NO₂/NO_x-Verhältnis darstellen, wurde bereits der Schluss gezogen, dass die untersten Atmosphärenschichten des Inntales von den Oberen isoliert sind.

Die nachstehende Abbildung der Ozonverläufe unterschiedlicher Messstellen in diesem Raum bestätigen die ursprüngliche Interpretation:

Besonders an der Talbodenstation Innsbruck/Andechsstraße war durch die fehlende Sonneneinstrahlung kaum Ozon messbar. Aus der gegenüber der Andechsstraße nur ca. 100 m höher gelegenen Messstelle INNSBRUCK/Sadrach ist durch den deutlich unterschiedlichen Ozonverlauf ersichtlich, dass eine Einmischung von Ozon kaum stattgefunden haben kann. Damit bestätigt auch der Ozonverlauf die ursprüngliche Interpretation der außerordentlichen seichten abgekoppelten Luftschicht am Talboden.

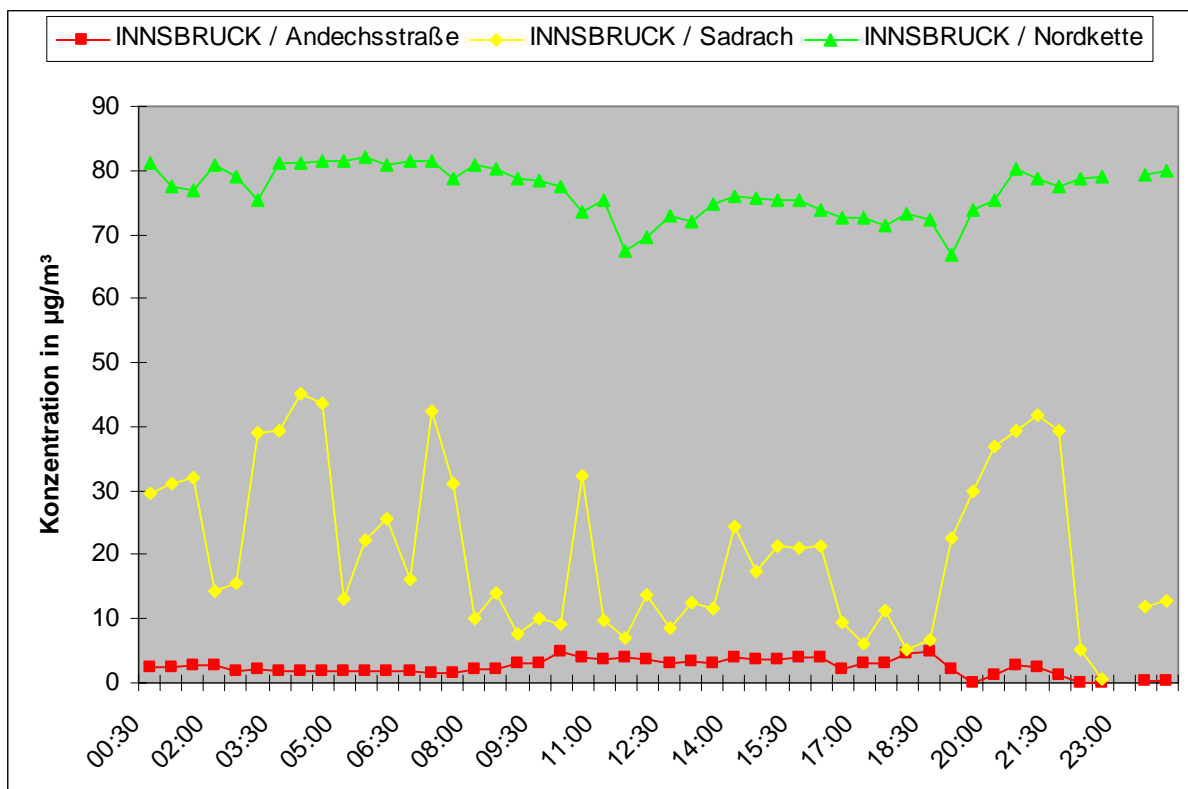


Abbildung 8: Verlauf der Ozon-Konzentrationen am 19.1.2012 an den Messstellen INNSBRUCK/Andechsstraße, INNSBRUCK/Sadrach und INNSBRUCK/Nordkette.